



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait Antena RLSA

Berdasarkan topik kajian penelitian tentang merancang bangun antenna *Radial Line Slot Array* (RLSA) untuk jaringan *wifi* yang sesuai dengan spesifikasi pasar, terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang terkait topik penelitian tersebut, diantaranya sebagai berikut.

M.I. Imran menjelaskan didalam penelitiannya bahwa antenna *Radial Line Slot Array* (RLSA) mulai dikembangkan setelah penelitian yang dilakukan G.C Soutworth pada tahun 1946. Antena RLSA tersebut dirancang untuk tujuan transmisi gelombang radio [2]. Selanjutnya, seorang peneliti K.C.Kelly memperkenalkan konsep *Radial Line Slot Array* (RLSA) pada akhir tahun 1950 an dan untuk penggunaannya diperkenalkan pada awal 60-an [2]. Hasil rancangannya berupa lingkaran yang memiliki slot-slot yang tersusun berbentuk cincin dari berbagai arah dengan pola radiasi berbentuk pensil [2].

Di Negara Jepang antenna RLSA mulai dikembangkan pada tahun 1980. Pengembangan antenanya diawali oleh Goto dan Yamatomo yang melakukan penelitian antenna RLSA dengan merancang struktur antenna dua lapisan berongga yang memiliki *feeder* dipusat antenna dan menggunakan teknik pengaturan *slot* yang melingkar [2]. Namun antenna ini memiliki kelemahan pada mahalnya pabrikasi struktur antenna dan desainnya yang agak rumit.

Pada tahun 1985, M. Ando berhasil mengembangkan antenna RLSA untuk aplikasi satelit pada frekuensi 12 Ghz [3]. Kemudian pada tahun 1988-1995 M. Ando dan peneliti lainnya di Jepang juga berhasil melakukan pengembangan untuk meningkatkan performansi antenna RLSA dengan teknik pengaturan *slot* [3], teknik *beamsquint* [8], teknik variasi panjang *slot* dan jarak *slot*, teknik spiral penyesuaian *slot* [10], dan teknik *slot* penghapus sinyal refleksi pada antenna RLSA [11]. Dari pengembangan yang dibuat tersebut telah berhasil membuat antenna RLSA yang dapat diterapkan pada aplikasi *Direct Broadcast Satellite* (DBS) pada frekuensi *Ku-Band* di Jepang [10], [11], [12].

P.W. Davis dan M.E Bialkowski peneliti dari Australia mulai mengembangkan antenna RLSA pada tahun 1997 untuk aplikasi *Direct Broadcast Satellite* (DBS) TV. Mulai diterapkan pada program TV *Direct to Home* (DTH) di Australia [13]. Pada tahun yang sama mereka juga mengembangkan teknik untuk meningkatkan performansi antenna RLSA



diantaranya teknik perubahan sudut *beamsquint* untuk mendapatkan polarisasi antenna RLSA terbaik [14] dan teknik *beamsquint* dan koefisien refleksi untuk *return loss* [15]. Pada tahun 1999 penelitian mereka berhasil memperkirakan bentuk pola radiasi yang dihasilkan antenna RLSA [16]. dan polarisasi linear dan *return loss* yang meningkatkan performansi antenna RLSA. Keberhasilan penelitian antenna RLSA oleh para peneliti dari Jepang dan Australia tersebut, mendorong peneliti dari negara lain untuk melakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan performansi antenna RLSA yang dapat diterapkan pada aplikasi yang lain salah satunya adalah *wireless* LAN [2], [4], [17].

Pada tahun 2002, Tharek A.R dan Farah Ayu I.K melakukan penelitiannya dengan membuat simulasi pada frekuensi 5,5 Ghz untuk komunikasi *wireless* LAN *indoor* [17]. Penelitian tersebut kemudian dilanjutkan oleh peneliti dari Malaysia lainnya M. I. Imran tepatnya pada tahun 2004 yang mengembangkan antenna RLSA untuk aplikasi *wireless* LAN *outdoor* pada frekuensi 5,8 GHz, namun performansi antenna yang dihasilkan masih rendah [4].

Kemudian pada tahun 2007, M. R. U. Islam peneliti dari Malaysia berhasil merancang antenna RLSA untuk komunikasi *point to point* pada frekuensi 5,8 GHz [13]. Pada tahun yang sama M. I. Imran juga melakukan pengembangan lebih lanjut menggunakan teknik *beamsquint* untuk komunikasi *point to point wireless* LAN pada frekuensi 5,8 GHz, sehingga antenna yang dihasilkan memiliki performansi lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya [18].

Di Indonesia antenna RLSA diperkenalkan oleh T. Purnamirza pada tahun 2013, ia berhasil mengembangkan teknik untuk meningkatkan performansi antenna RLSA pada frekuensi 5,8 Ghz yaitu dengan teknik *Flame Retardant* 4 (FR-4) dan teknik *extream beamsquint* [1]. Selanjutnya ia juga berhasil mengembangkan sebuah *software* berbasis bahasa pemograman *Visual Basic Aplication* (VBA) yang mampu merancang dan menggambar antenna RLSA dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan perancangan secara manual. Sehingga T. Purnamirza berhasil merancang dan membangun *prototype* antenna RLSA untuk aplikasi *wireless* LAN pada frekuensi 5,8 Ghz [1], [19].

Penelitian selanjutnya di tahun 2014, beberapa mahasiswa dari UIN SUSKA RIAU jurusan Teknik Elektro juga meneliti antenna RLSA. Peneliti pertama yaitu Prayoga Budi Kesuma, didalam penelitiannya ia merancang dan membangun antenna RLSA pada frekuensi 5,8 GHz menggunakan spesifikasi jenis antenna yang ada di pasaran. Salah satu



jenis antenna pasaran yang dipilih olehnya yaitu antenna *Backfire wireless LAN* 17 dBi. Antenna tersebut termasuk antenna parabola (*dish antenna*) untuk perangkat komunikasi *wireless LAN* pada frekuensi 5,8 GHz yang ada di pasaran tiga tahun terakhir [5]. Hasil pengukuran antenna RLSA yang dirancang memiliki nilai *gain* 17,53 dBi, *beamsquint* 66°, *beamwidth* 26° dan *bandwith* yang lebih lebar dibandingkan antenna *backfire wireless LAN* 17 dBi dengan *bandwith* 556 Mhz [5].

Berbeda dengan jenis antenna yang dipilih oleh prayoga, peneliti selanjutnya Puji Prowadi (2014) memilih jenis antenna *Yagi* 5816 16,5 dBi. Ia juga merancang dan membangun antenna RLSA pada frekuensi 5,8 Ghz untuk komunikasi *wireless LAN*. Dari penelitian Puji Prowadi hasil pengukuran secara manual bentuk pola radiasi yang dihasilkan oleh antenna RLSA adalah polarisasi *directional* dengan *beamsquint* 62°, dengan lebar *beamwidth* 20°. Antenna RLSA yang dirancang memiliki *gain* sebesar 17,28 dBi, dan koefisien refleksi dengan lebar pita dari 5,23 Ghz hingga 6,65 Ghz. Hasil pengujian *transfer data* menunjukkan antenna RLSA telah berhasil melakukan *transfer* [6]

Penelitian terakhir yang penulis ambil yaitu dari Doni Cristian (2014) yang memilih antenna *helical* H2058 untuk diaplikasikan ke antenna RLSA. Antenna RLSA yang dirancang memiliki lebar sudut *beamwidth* 22°, *gain* sebesar 18 dBi dan memiliki ukuran volume yang lebih efisiensi dibandingkan antenna *helical*. Antenna *helic* termasuk salah satu antenna yang berukuran kecil dibandingkan dengan antenna pasaran yang lainnya [7].

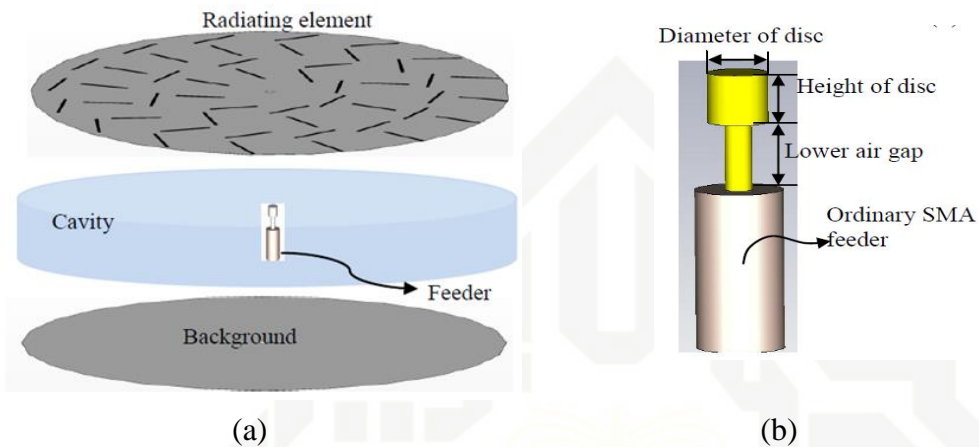
2.2 Karakteristik Antena RLSA

Antena *Radial Line Slot Array* (RLSA) merupakan suatu antenna pemancar berbentuk piringan datar dengan banyak *slot* dan *feeder* yang berada dibelakang *dish* antenna [4]. Antena RLSA berbeda dengan jenis antenna lainnya yang ada di pasaran, berikut beberapa karakteristik antenna RLSA.

2.2.1 Struktur Dasar Antena RLSA

Struktur dasar antenna RLSA terdiri dari elemen pemancar (*radiating element*), rongga (*cavity*), *background*, dan *feeder* [1] [20]. *Radiating element* berupa logam tembaga atau kuningan berbentuk piringan datar yang terdiri dari banyak pasang *slot* yang tersusun secara *array*. Bagian rongga (*cavity*) berupa bahan dielektrik berbentuk tabung yang ukurannya sama dengan *radiating element* yang berfungsi sebagai *waveguide* yang membawa sinyal dari *feeder* dan menyebarkan sinyal secara *radial* ke seluruh permukaan *radiating element* [1] [20]. Sedangkan bagian *background* terletak dibagian belakang

antena berbentuk piringan datar tanpa *slot* yang terbuat dari logam yang sama dengan *radiating element*. *Feeder* merupakan bagian penting dari antenna RLSA berbahan logam aluminium, tembaga atau kuningan yang terletak ditengah antenna dan berfungsi sebagai pembawa sinyal dari media transmisi ke antenna [1] [22]. Struktur dasar antenna RLSA dan *feeder* dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.

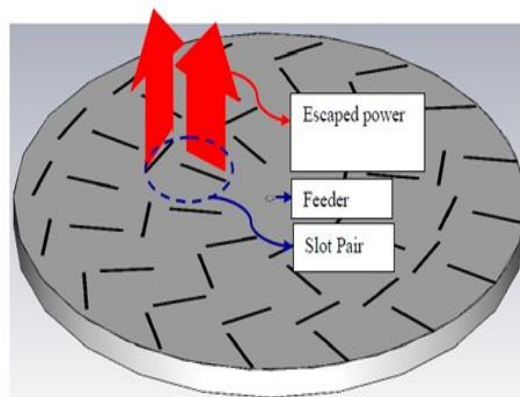


Gambar 2.1. (a) Struktur Dasar Antena RLSA (b) *Feeder*

(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

2.2.2 Sistem Kerja Antena RLSA

Setiap jenis antena memiliki sistem kerja yang berbeda dalam menjalankan fungsinya. Antena RLSA memiliki sistem kerja seperti gambar 2.2 berikut ini.

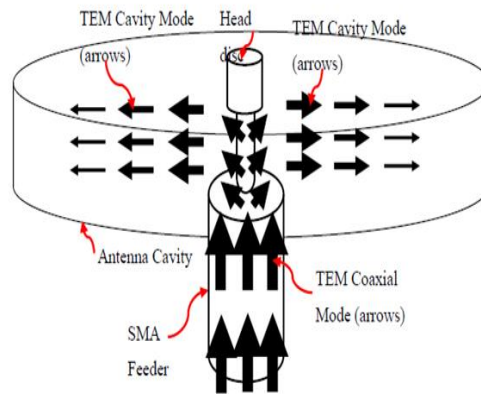


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



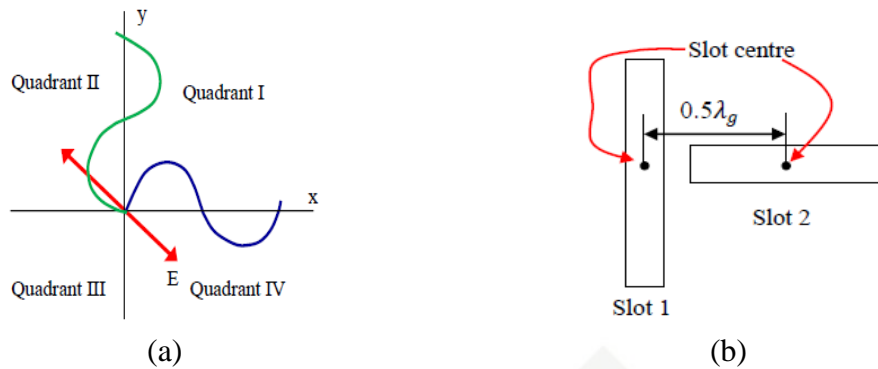
Gambar 2.2. Sistem Kerja Antena RLSA
(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

Sinyal gelombang elektromagnetik pada antena RLSA dikirim dan diterima melalui ruang bebas melalui *slot-slot* yang terdapat pada *radiating element*. Gambar 2.2. menunjukkan bagaimana sistem propagasi sinyal melalui dua tahap yaitu *TEM coaxial mode* dan *TEM cavity mode* [1] [20]. sinyal (disimbolkan dengan arah panah) disalurkan melalui *feeder* yang terletak pada bagian rongga (*cavity*) antena.

Feeder yang digunakan adalah jenis *Sub Miniature version A* (SMA) yang selanjutnya dimodifikasi dengan menambahkan kepala *disc* seperti gambar 2.2. yang berfungsi untuk mengubah sinyal dari *TEM coaxial mode* menjadi *TEM cavity mode*, sehingga sinyal yang disalurkan *feeder* akan merambat dalam *TEM mode* dengan arah radial pada bagian rongga (*cavity*) yang kemudian dipancarkan melalui banyak pasang *slot* pada *radiating element* menjadi sinyal Gelombang Elektromagnetik (GEM) [1].

2.2.3 Polarisasi Antena RLSA

Polarisasi antena RLSA memberikan informasi tentang arah orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antena tersebut. Sepasang *slot* memancarkan sinyal pada *radiating element* antena RLSA. Polarisasi antena RLSA dihasilkan dari penggabungan sinyal sepasang *slot*, seperti gambar 2.3 berikut ini [1].



Gambar 2.3. Pembentukan Polarisasi Antena RLSP
(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

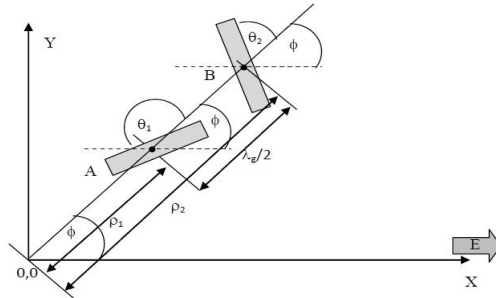
Gambar 2.3.(a) menunjukkan ketika sinyal *slot* 1 meningkat dalam nilai positif, sinyal *slot* 2 menurun dalam nilai negatif dimana posisi keduanya tegak lurus satu sama lain, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus di kuadran II. Selanjutnya ketika sinyal *slot* 1 menurun menuju nol dan sinyal *slot* 2 meningkat menuju nol, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus di kuadran II, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Namun, ketika sinyal *slot* 1 menurun dalam nilai negatif dan sinyal *slot* 2 meningkat dalam nilai positif, maka sinyal yang dihasilkan akan menjadi garis lurus di kuadran IV.

Gambar 2.3.(b) menampilkan ilustrasi dari pasangan *slot*, dimana sinyal dari *slot* 1 dengan sinyal dari *slot* 2 memiliki beda fasa sebesar 180° dan memiliki jarak setengah panjang gelombang ($0,5 \lambda_g$) satu sama lain. Orientasi *slot* 1 dengan *slot* 2 yang tegak lurus satu sama lain dan pada gambar 2.3.(a) sinyal dari *slot* 1 (warna hijau) dan *slot* 2 (warna biru) juga tegak lurus satu sama lainnya.

Kemudian ketika sinyal *slot* 1 meningkat menuju nol dan sinyal *slot* 2 menurun menuju nol, maka sinyal yang dihasilkan menjadi garis lurus di kuadran IV, tetapi dengan panjang yang lebih pendek dibandingkan dengan garis lurus sebelumnya. Sehingga sinyal yang dihasilkan dari *slot* 1 dan *slot* 2 menghasilkan sinyal yang terlihat seperti linear (garis lurus) dimana perubahan panjang sebagai fungsi waktu yang disebut polarisasi linear [1].

2.2.4 Orientasi Slot Antena RLSP

Antena RLSP memiliki banyak pasang *slot* pada *radiating element*. Setiap pasang *slot* memiliki posisi yang berbeda-beda. Sehingga perlu dilakukan pengaturan agar letak posisi setiap pasang *slot* pada antena RLSP menjadi benar untuk menghindari terjadinya *overlapping*. Gambar berikut ini menampilkan pengaturan pasangan *slot*.



Gambar 2.4. Pengaturan Geometri Pasangan Slot
(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

Gambar 2.4. diatas menunjukkan pengaturan geometri letak posisi pasangan slot (slot A dan B) dan pemasangan sudut kemiringan slot (sudut θ_1 dan θ_2) menggunakan teknik *beamsquint* untuk mendapatkan polarisasi linear. Adapun rumus persamaan dari pengaturan sudut pada slot yaitu sebagai berikut [1].

$$\theta_1 = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.1)$$

$$\theta_2 = \frac{3\pi}{4} + \frac{1}{2} \left\{ \arctan \left(\frac{\cos(\theta_T)}{\tan(\phi_T)} \right) - (\phi - \phi_T) \right\} \quad (2.2)$$

keterangan :

- θ_1 = sudut kemiringan slot 1
- θ_2 = sudut kemiringan slot 2
- θ_T = sudut *beamsquint* pada arah elevasi
- ϕ = sudut *azimuth* dari posisi slot 1 dan slot 2
- ϕ_T = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*

2.2.5 Pengaturan Pasangan Slot Antena RLSA

Pasangan slot pada *radiating element* antena RLSA yang membentuk polarisasi linear dinamakan *unit radiator*. Pada *radiating element* pengaturan posisi *unit radiator* harus dihitung dan digambarkan dengan tepat dan akurat, agar tidak mengurangi performansi antena yang dihasilkan [1]. Berikut ini gambar yang menampilkan pengaturan geometri *unit radiator*.

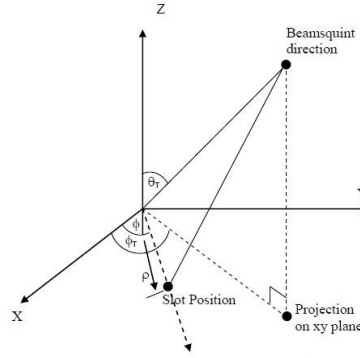
Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.5. Pengaturan Geometri *Unit Radiator*
(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

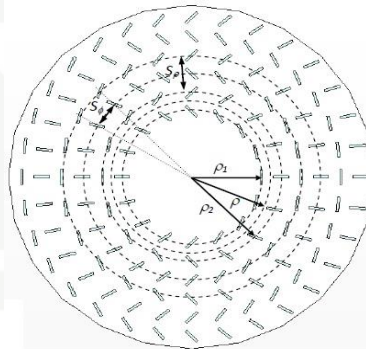
Berdasarkan gambar 2.5. diatas jarak unit radiator dari titik pusat dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [1].

$$\rho_p = \frac{n\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.3)$$

dimana :

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Sedangkan untuk parameter *slot* antenna dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6. Parameter *Slot* Antena RLSA
(Sumber : T. Purnamirza, 2013)

Jarak antara dua *unit radiator* yang berdekatan yang terletak pada dua *ring* yang berbeda (jarak dalam arah radial) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [1].

$$S_p = \frac{\lambda_g}{1 - \xi \sin \theta_T (\phi - \phi_T)} \quad (2.4)$$

Sedangkan jarak antara dua *unit radiator* yang berdekatan yang terletak pada *ring* yang sama (jarak dalam arah *azimuth*) dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut [18].



$$S_p = \frac{2\pi\lambda_g}{\sqrt{1-\xi^2 \sin^2 \theta_T}} \quad (2.5)$$

keterangan :

λ_g = panjang gelombang sinyal didalam *cavity* antenna

ϵ_r = permitifitas relatif *cavity* antenna

θ_T = sudut *beamsquint* pada arah elevasi

ϕ = sudut *azimuth* dari posisi *slot* 1 dan 2

ϕ_T = sudut *beamsquint* pada arah *azimuth*

n = nomor *ring* (1,2,3...)

q = nomor *integer* (1,2,3...) menyatakan jarak *ring* dari titik pusat antenna

p = jumlah unit radiasi pada *ring* yang terdalam

Berdasarkan persamaan (2.5) dimana jarak dari pusat *unit radiator* untuk *slot* 1 atau *slot* 2 adalah $\lambda_g/4$, maka dapat dirumus persamaan jarak antara *slot* dari titik pusat sebagai berikut [20].

$$\rho_{p1} = \frac{(n-1+q-0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \quad (2.6)$$

$$\rho_{p2} = \frac{(n-1+q+0.25)\lambda_g}{1-\xi \sin \theta_T \cos(\phi-\phi_T)} \quad (2.7)$$

2.2.6 Panjang Slot Antena RLSA

Panjang *slot* antenna RLSA adalah jarak antara *slot* dengan titik pusat antenna tersebut. Panjang *slot* antenna RLSA pada bagian *radiating element* bervariasi, agar setiap *slot* menghasilkan pola pancaran yang sama. Panjang *slot* dengan variabel ρ dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini [1].

$$L_{rad} = (4.9876 \times 10^{-3} \rho) \frac{12.5 \times 10^9}{f_0} \quad (2.8)$$

2.3 Parameter Antena

Antena merupakan salah satu perangkat yang digunakan pada sistem komunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang dapat mengirim dan menerima sinyal melalui ruang bebas. Berdasarkan *Institute Electrical and Electronics Engineer* (IEEE) antena adalah satu bagian dari sistem pemancar dan penerima yang dirancang untuk memancar dan menerima gelombang elektromagnetik [4]. Performansi suatu antena dapat dilihat dari nilai parameter

yang dimiliki antenna tersebut. Beberapa dari parameter antenna saling berkaitan satu sama lain. Adapun beberapa parameter antenna yang biasa digunakan untuk menganalisis suatu antenna adalah *bandwidth*, *beamwidth*, direktivitas (pengarahan), efisiensi, *gain* antenna, impedansi antenna, pola radiasi (*radiation pattern*), polarisasi, *return loss*, dan *Voltage Wave Standing Ratio* (VSWR) [4].

2.3.1 *Bandwidth* Antena

Bandwidth antenna merupakan lebar pita atau rentang frekuensi kerja suatu antenna yang membuat antenna dapat memiliki spesifikasi sesuai dengan yang ditetapkan. Spesifikasi ini meliputi impedansi masukan, polarisasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, dan *return loss*. Sehingga suatu antenna yang memiliki spesifikasi tertentu hanya akan memenuhi spesifikasi tersebut dalam rentang frekuensi kerja sesuai nilai *bandwidth* yang diberikan.

Bandwidth suatu antenna dengan frekuensi yang lebar dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$BW = f_{max} - f_{min} \quad (2.9)$$

keterangan :

BW = *bandwidth*

(f_{min}) = frekuensi terendah

(f_{max}) = frekuensi tertinggi

Antena RLSA yang telah disimulasikan menggunakan frekuensi kerja 5.8 GHz untuk penerima siaran televisi satelit dan komunikasi *wireless* yang merujuk kepada IEEE 802.11a. Karena antenna masuk ke dalam frekuensi *band SHF* (*Super High Frekuensi*) untuk aplikasi komunikasi *wireless* dan TV satelit [21].

2.3.2. *Beamwidth* Antena

Beamwidth antenna merupakan besar berkas antenna yang ditunjukkan dengan sudut pancaran antenna. Berkas antenna ini memiliki luas yang disebut luas berkas (*beam area*) yaitu luas sudut ruang yang mewakili arah pancaran daya dari antenna [6]. Besarnya sudut berkas pola pancaran utama (*main lobe*) yang dihitung pada titik -3 dB menurun dari puncak *lobe* utama. -3 dB merupakan batas dimana antenna dapat meradiasikan daya sebesar 50 % ke udara dan 50 % daya akan direfleksikan kembali ke sumber catu daya.



2.3.3 Direktivitas Antena

Direktivitas antena merupakan pengarahan konsentrasi energi dan besar pengarahan pola radiasi suatu antena dimana semakin tinggi direktivitas suatu antena maka lebar berkas (*main beam*) pola radiasi akan semakin sempit sehingga antena semakin fokus [6]. Direktivitas antena bergantung pada pola radiasi yang dihasilkan antena tersebut. Pola radiasi antena yang mengarah sama ke segala arah memiliki direktivitas sama dengan 0 dB.

2.3.4 Efisiensi Antena

Efisiensi suatu antena merupakan perbandingan antara daya yang diradiasikan suatu antena dengan daya yang disalurkan ke antena tersebut dimana semakin tinggi efisiensi antena maka semakin banyak daya diradiasikan oleh antena tersebut, dan sebaliknya semakin rendah efisiensi antena maka semakin banyak daya yang diserap oleh antena dan menjadi hilang (*loss*) dalam antena yang disebabkan impedansi yang tidak cocok (*missmatch*) [6]. Selanjutnya efisiensi total suatu antena merupakan efisiensi radiasi yang dikalikan dengan *loss missmatch* impedansi antena yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\eta = \epsilon_R = \frac{P_{rad}}{P_{input}} \quad (2.10)$$

$$\eta_T = \epsilon_T = M_L \cdot \epsilon_R \quad (2.11)$$

keterangan :

$\eta = \epsilon_R$ = Efisiensi antena

$\eta_T = \epsilon_T$ = Efisiensi total

P_{rad} = Daya yang diradiasikan antena

P_{input} = Daya yang dimasukan ke antena

M_L = *Loss missmatch* impedansi antena

2.3.5 Gain Antena

Gain antena merupakan faktor perbandingan antara daya *output* atau *Effective Isotropic Radiated Power* (EIRP) dengan daya *input* yang diberikan kepada suatu antena. Besarnya *gain* suatu antena dapat dihitung dengan membandingkan intensitas radiasi maksimum suatu antena dengan intensitas radiasi antena sumber dengan daya *input* yang sama. *Gain* mempunyai satuan *decibel* (dB), sedangkan satuan *gain* dengan antena sumber



isotropik adalah *decibel isotropic* (dBi) [6]. *Gain* suatu antenna berhubungan dengan direktivitas dan efisiensi antenna yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$G_t = P_t(dBm) - P_s(dBm) + G_s(dB) \quad (2.12)$$

keterangan :

G_t = *Gain* antenna

G_s = *Gain* standar antenna

P_t = Daya yang dikirim antenna

P_s = Daya yang diterima antenna

2.3.6 Impedansi Antena

Impedansi antenna merupakan impedansi *input* yang diberikan antenna terhadap rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antenna. Impedansi tersebut perbandingan antara tegangan dan arus atau medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya. Impedansi *input* juga parameter penting untuk mencapai kondisi yang sesuai (*matching*) dengan rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antenna [6]. Hubungan antara impedansi input (Z_{in}) dengan impedansi saluran transmisi (Z_0) akan menentukan besarnya nilai koefisien refleksi (Γ) yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini.

$$\Gamma = \frac{(Z_{in} - Z_0)}{(Z_{in} + Z_0)} \quad (2.13)$$

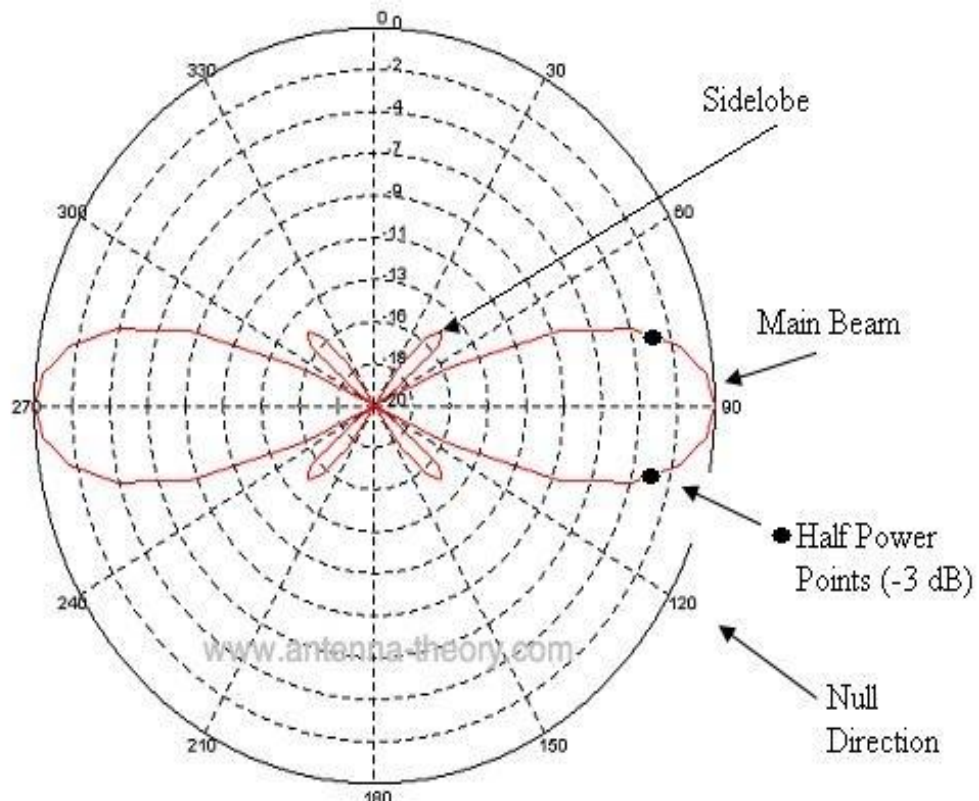
2.3.7 Polarisasi Antena

Polarisasi suatu antenna merupakan informasi tentang kearah mana orientasi perambatan medan listrik dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh antenna tersebut [6]. Ada beberapa jenis polarisasi antenna, yaitu :

- Polarisasi linier, yaitu arah medan listrik tidak berubah terhadap waktu dan hanya orientasinya yang berubah-ubah positif dan negatif.
- Polarisasi vertikal, yaitu arah medan listrik mengarah vertikal antenna
- Polarisasi horizontal, yaitu elemen antenna horizontal terhadap permukaan tanah
- Polarisasi eliptis, yaitu perubahan waktu dan perambatan gelombang menyebabkan gelombang medan listrik dari gelombang tersebut melakukan putaran orientasi dengan penampang eliptis.

2.3.8 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena merupakan diagram radiasi yang menunjukkan distribusi daya yang dipancarkan oleh suatu antena. Besaran ini diukur dalam ruang pada medan jauh dengan jarak yang konstan terhadap antena dengan sudut yang bervariasi (sudut θ dan sudut ϕ). Pola radiasi antena juga menjelaskan bagaimana antena meradiasikan energi bebas atau bagaimana antena menerima energi melalui ruang bebas [6].



Gambar 2.7 Plot Polar Antena
Sumber : PPT Dasar-dasar antena, 2014

Keterangan :

- Main lobe/major lobe* (pancaran utama) adalah daerah pancaran terbesar di sekitar arah radiasi maksimum (daerah diantara puncak radiasi dan 3 dB)
- Side lobe/minor lobe* (pancaran sisi) adalah daerah pancaran yang lebih kecil dari pancaran utama dan digunakan untuk menentukan karakteristik pola radiasi
- Back lobe* (pancaran belakang) adalah daerah pancaran ke arah belakang
- Half Power Beamwidth* (HPBW) atau lebar pancaran setengah daya adalah jarak sudut dimana besar dari pola radiasi berkurang 50 % (-3dB) dari puncak utama



2.3.9 Return Loss

Return loss merupakan perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return loss* juga menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah suatu antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan. Antena yang baik memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB dimana nilai gelombang yang direfleksikan lebih kecil dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan saluran transmisi, sehingga saluran transmisi telah *matching* dengan antenna.

Return loss terjadi karena *missmatch* antara saluran transmisi dengan impedansi masukan antenna, besarnya *return loss* bervariasi bergantung pada frekuensi yang digunakan dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Return Loss (dB)} = -20 \log |\Gamma| \quad (2.14)$$

Γ = koefisien refleksi

2.3.10 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum (V_{max}) dan tegangan minimum (V_{min}) pada suatu gelombang berdiri (*standing wave*) akibat adanya refleksi gelombang yang disebabkan tidak *matching*-nya impedansi *input* antenna dengan saluran transmisi dan *feeder* [23]. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ). Berikut ini adalah persamaan yang dirumuskan untuk mengetahui nilai VSWR suatu antenna [6].

$$\text{VSWR} = \frac{|V_{max}|}{|V_{min}|} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.15)$$



Koefisien refleksi tegangan (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya magnitudo dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol [23], maka :

- a. $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat
- b. $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna.
- c. $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Antena yang baik adalah ketika VSWR bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun kondisi ini pada prakteknya sulit untuk didapatkan. Oleh karena itu, nilai standar VSWR yang diizinkan untuk pabrikan antena adalah $VSWR \leq 2$.

2.4 Antena Point to Point 5,8 Ghz di Pasaran

Antena *point to point* adalah antena yang memiliki pola pemancaran sinyal dengan satu arah tertentu. Antena ini idealnya digunakan sebagai penghubung antar gedung untuk daerah yang mempunyai konfigurasi cakupan area yang kecil. Antena jenis ini merupakan jenis antena dengan *narrow beamwidth*, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dengan daya yang lebih terarah.